



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ALEX BRENO DE SOUZA PAIVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO PARA ECONOMIZAR
ÁGUA NA LAVAGEM DE UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS**

São Cristóvão - SE

2019

ALEX BRENO DE SOUZA PAIVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO PARA ECONOMIZAR
ÁGUA NA LAVAGEM DE UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. José Jailton Marques

São Cristóvão - SE

2019

ALEX BRENO DE SOUZA PAIVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO PARA ECONOMIZAR
ÁGUA NA LAVAGEM DE UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) submetido e aprovado pela banca examinadora e pelo Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) em 24 de abril de 2019, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenheiro Ambiental e Sanitária.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Jailton Marques – Orientador
Universidade Federal de Sergipe – DEAM/CCET

Prof.^a Dr.^a Daniella Rocha
Universidade Federal de Sergipe – DEAM/CCET

Eng^o. Civil Raul Fontes Santana
Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais

RESUMO

Em virtude do crescimento populacional e da deficiência na cobertura do abastecimento com água potável em determinadas regiões e municípios, a população e as organizações com interesses afins sobre o saneamento básico e o gerenciamento de recursos hídricos encontram-se com a necessidade de buscar soluções em níveis macro e micro para o problema. Em termos de macromedicação deste recurso, a distribuição de água doce no Brasil está concentrada em três esferas: agricultura (detém 70 %), a indústria (com a parcela de 20%) e o consumo doméstico (com 10%). Sobre a micromedicação, o perfil do uso da água em nível domiciliar é localizado, principalmente, em três pontos principais: uso no chuveiro, nas descargas sanitárias e na pia de cozinha. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um processo para proporcionar economia de água na lavagem de utensílios de cozinha, em especial na lavagem de louças domésticas e talheres. O planejamento experimental, baseado em experimentos fatoriais e com o suporte do *software Statistica*® 6.0, selecionou 3 variáveis independentes (vazão, fator humano e o processo de enxágue). Foram realizados 24 ensaios, com a lavagem de 5 louças e 10 talheres, em cada, para a identificação do comportamento de cada variável e a interação entre estas e suas contribuições no volume de água consumido, além também de uma pesquisa de opinião pública referente à problemática do estudo. Por conseguinte, entre as variáveis concebidas ao estudo, o efeito do uso do processo econômico foi determinante sobre o volume de água utilizado, com uma média de 17% de economia.

Palavras-chave: Racionalização da água. Uso doméstico da água. Redução de consumo.

ABSTRACT

Due to population growth and deficient coverage of drinking water supply in certain regions and municipalities, the population and organizations with similar interests in basic sanitation and water resource management are faced with the need to seek solutions at levels macro and micro for the problem. In terms of macromediation of this resource, the distribution of freshwater in Brazil is concentrated in three spheres: agriculture (holds 70%), industry (with the 20% share) and domestic consumption (with 10%). About micromediation, the water use profile at the household level is mainly located in three main points: use in the shower, in the sanitary discharges and in the kitchen sink. In this context, the present work had as objective to develop a process to provide water saving in the washing of kitchen utensils, especially in the washing of domestic crockery and cutlery. The experimental design, based on factorial experiments and with the support of software Statistica® 6.0, selected 3 independent variables (flow, human factor and the use of the economizer process). Twenty-five trials were carried out, with the washing of 5 dishes and 10 cutlery in each, to identify the behavior of each variable and the interaction between them and their contributions in the volume of water consumed, as well as a public opinion survey on the problematic of the study. Therefore, among the variables conceived for the study, the effect of the use of the economizer process was determinant on the volume of water used, with an average of 17% of savings.

Keywords: Water rationalization. Domestic use of water. Reduction of consumption.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Média de todas as residências (Volume l/dia/ participação percentual).....	14
Figura 2 - Torneira Hidromecânica	15
Figura 3 - Registro regulador de vazão	16
Figura 4 - Arejador	16
Figura 5 - Restritor de vazão constante	17
Figura 6 - Recipiente cilíndrico	18
Figura 7 - Escorredor convencional	19
Figura 8 - Bancada com cuba de INOX	19
Figura 9 - Arduino UNO REV 3	20
Figura 10 - Sensor de fluxo de água	20
Figura 11 - Algoritmo carregado no Arduino UNO	23
Figura 12 - Conexão do sensor de fluxo de água ao Arduino UNO.....	23
Figura 13 - Enxágue individual ou convencional.....	24
Figura 14 - Processo de enxágue econômico	25
Figura 15 - Estrutura montada para monitoramento da variação da vazão e uso do restritor de vazão constante.....	26
Figura 16 - Estado inicial (vazão igual a 0,00 l/min) quando os dois registros estavam fechados.	26
Figura 17 - Fluxograma da aquisição de dados	27
Figura 18 - Utensílios com as sujidades	28
Figura 19 - Coleta do efluente	28
Figura 20 - Gráfico de dispersão; Perfil do Voluntários	33
Figura 21 - Diagrama de Pareto; Valores absolutos das estimativas dos efeitos	34
Figura 22 - Diagrama de Pareto; Efeitos padronizados.....	35
Figura 23 - Gráfico das médias marginais de ambos voluntários.....	36
Figura 24 - Gráfico de setores referente a pergunta 1	37
Figura 25 - Gráfico de setores referente a pergunta 2	37
Figura 26 - Gráfico de setores referente a pergunta 3	38
Figura 27 - Campanha de conscientização quanto ao uso da água na cozinha	39
Figura 28 - Gráfico de setores referente a pergunta 4	39
Figura 29 - Gráfico de setores referente a pergunta 5	40
Figura 30 - Gráfico de setores referente a pergunta 6	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vazão Média e Frequência	14
Tabela 2 - Especificações do Sensor de fluxo de água.....	20
Tabela 3 - Planejamento Experimental.....	21
Tabela 4 - Primeiro conjunto de testes de lavagem	29
Tabela 5 - Segundo conjunto de testes de lavagem	30
Tabela 6 - Terceiro conjunto de testes de lavagem	30
Tabela 7 - Média dos tratamentos (fator pessoa desconsiderado)	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS	11
3	REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1	Distribuição da Água no Mundo e no Brasil	12
3.2	Usos da Água	12
3.3	Distribuição do Consumo Domiciliar de Água.....	13
3.3.1	Dispositivos economizadores de água	15
3.4	Arduino	17
3.4.1	Estrutura de um programa em Arduino	17
3.5	Aplicação do <i>Software</i> Statística® 6.0	18
4	METODOLOGIA.....	18
4.1	Aparelhagem Experimental	18
4.1.1	Materiais	18
4.1.2	Equipamentos	19
4.2	Planejamento Experimental	21
4.2.1	Variações de vazão estabelecidas	22
4.2.2	Participação dos voluntários (fator pessoa)	24
4.2.3	Modalidades de enxágue	24
4.3	Aquisição de Dados	25
4.3.1	Preparação dos utensílios.....	27
4.3.2	Medição do consumo de água	28
4.3.3	Análise de dados	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	Processo de Enxágue Convencional e Enxágue Econômico	31
5.2	Efeito do Restritor de Vazão.....	31
5.3	Efeito de Interação entre os Fatores “Processo de enxágue” e “Variação de vazão”	32
5.4	Fator Humano	32
5.5	Análise de Dados Utilizando o Statística® 6.0.....	33
5.6	Pesquisa de Opinião Pública	36

6	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual, referente a disponibilidade de água doce, torna-se preocupante ao passar dos anos. O crescimento populacional (ainda que com taxas mínimas) e a disponibilidade de água doce são variáveis que devem buscar o equilíbrio na medida que são atualizados os dados de oferta deste recurso natural.

Em termos de macromedição, em dados divulgados pelo Aquastat (2016), no Brasil a agricultura (principalmente, a irrigação) detém a maior parcela no consumo de água potável, aproximadamente, 70,7%. O abastecimento humano (ou uso doméstico) encontra-se como o terceiro consumidor nesta escala, com 10,3% do total disponível, atrás da indústria, quem detém 19%.

Na micromedição, o uso da água em nível domiciliar é localizado em três pontos principais: no uso no chuveiro, nas descargas sanitárias e na pia de cozinha. Sobre a pia de cozinha, área de estudo deste trabalho, o principal uso da água neste ponto é referente à lavagem de utensílios, precedido pelo preparo de alimentações e do enxágue de hortaliças e frutas. Segundo Barreto (2008), a atividade de lavar as louças é realizada em qualquer domicílio, no mínimo entre 1 a 3 vezes ao dia.

Quanto ao desperdício, que se entende como uso ineficaz da água, alguns fatores influenciam sobre esse quadro. Algumas ações, como não deixar a torneira aberta ou retirar os restos de comida dos utensílios, antes de ensaboá-los, são propostas habituais que os meios de comunicação divulgam e geram resultados positivos quanto a conscientização do uso da água. Outra forma de economizar e evitar o desperdício, deriva-se dos dispositivos economizadores de água. Segundo Gonçalves (2006), a aplicação e ação desses dispositivos independe das ações do usuário no ponto de água. Esses dispositivos, por outra visão, são limitadores do uso da água. O consumo de água está baseado no tempo de uso e na vazão de consumo. Logo, esses dispositivos são atuantes com a implementação de sistemas que diminuem o tempo de uso, além de promover o controle da vazão.

A priori, o cidadão que atende a necessidade de economizar água, espera e anseia pela redução do custo em sua fatura mensal, através da redução do volume de água. Por outro lado, este cidadão está contribuindo para redução do efluente gerado e para preservação dos recursos hídricos.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Desenvolver um processo para proporcionar economia de água na lavagem de utensílios de cozinha, em especial na lavagem de louças domésticas e talheres.

Objetivos Específicos:

- Adaptar um dispositivo para servir de receptáculo dos utensílios;
- Desenvolver um sistema de medição da vazão para o monitoramento do processo de lavagem;
- Realizar experimentos de lavagem com utensílios reais, simulando lavagens de louças e talheres nos domicílios, medindo o consumo de água em cada ensaio;
- Avaliar os efeitos dos principais fatores que influenciam no consumo de água na lavagem dos utensílios.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Distribuição da Água no Mundo e no Brasil

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) (2003):

A água é um dos recursos naturais mais abundantes no planeta, com um volume total estimado em 1,386 bilhões de quilômetros cúbicos km. Porém, esse quantitativo está dividido da seguinte forma: 97,5% de toda água na Terra estão nos mares e oceanos; 2,493% em água doce, mas se encontra em geleiras ou regiões subterrâneas (aquíferos), de difícil acesso; 0,007% é doce encontrado em rios, lagos e atmosfera, de fácil acesso para o consumo humano.

Segundo Fernandes (2009, p. 21):

Apesar da disponibilidade física de uso, a totalidade de água no mundo não é economicamente viável a exploração. Na prática, somente as águas superficiais e uma parcela das águas subterrâneas é utilizada como mananciais os que reduzem, ainda mais, a disponibilidade de recursos hídricos no planeta.

Na antiguidade, as regiões mais desenvolvidas se situavam nas proximidades dos corpos hídricos, principalmente devido ao abastecimento humano e as atividades relacionadas a agricultura (irrigação) e a pecuária (dessedentação de animais). Na atualidade esse panorama não modificou, porém, civilizações não desenvolvidas ou não favorecidas devido as suas localizações em relação aos corpos hídricos, desenvolveram ou importaram tecnologias para superar esse déficit hídrico. Israel é um país que pode ser citado como exemplo dessa realidade, nele ocorreu apropriação de tecnologias avançadas para suprir o déficit de água doce, a partir dos processos de dessalinização da água salobra.

“O Brasil é o país que apresenta maior disponibilidade de água doce, sendo a vazão média anual dos rios em território nacional estimada em 180 mil metros cúbicos por segundo, representando 12% dos recursos hídricos mundiais.” (FERNANDES, 2009, p. 23)

Conforme a ANA (2010):

A grande extensão territorial do país permite que ocorram diferentes regimes climatológicos e hidrológicos, o que faz com que se tenha uma grande desigualdade na distribuição dos recursos hídricos no Brasil. Os 84% das águas disponíveis para o uso estão localizados na Região Amazônica, que corresponde as regiões Norte e Centro-Oeste, contrapondo-se a problemas de escassez no Nordeste e conflitos de uso nas regiões Sul e Sudeste, que correspondem os 16% restantes, para atender a 93% da população.

A situação da água, em termos quantitativo e qualitativo, se comparada entre as regiões do Brasil são discrepantes. Essa diferença repercute sobre a tarifa mínima cobrada pelas companhias de saneamento de cada estado.

3.2 Usos da Água

De acordo com a ANA (2003):

No Brasil, a água é utilizada principalmente para irrigação, abastecimento, fins industriais, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer. Cada uso tem particularidades ligadas à quantidade ou à qualidade da água, e altera as condições naturais das águas superficiais e subterrâneas.

A água, em termos gerais, atende a diversos usos. Ao retratar o uso deste recurso em relação ao abastecimento humano, observa-se que em uma residência qualquer há no mínimo 3 pontos consumidores de água. Ou seja, os efeitos quanto a, racionalização da água pela população, não são expressivos, se comparados aos efeitos resultantes nos setores da agricultura e da indústria, devido a multiplicidade de pontos de água.

3.3 Distribuição do Consumo Domiciliar de Água

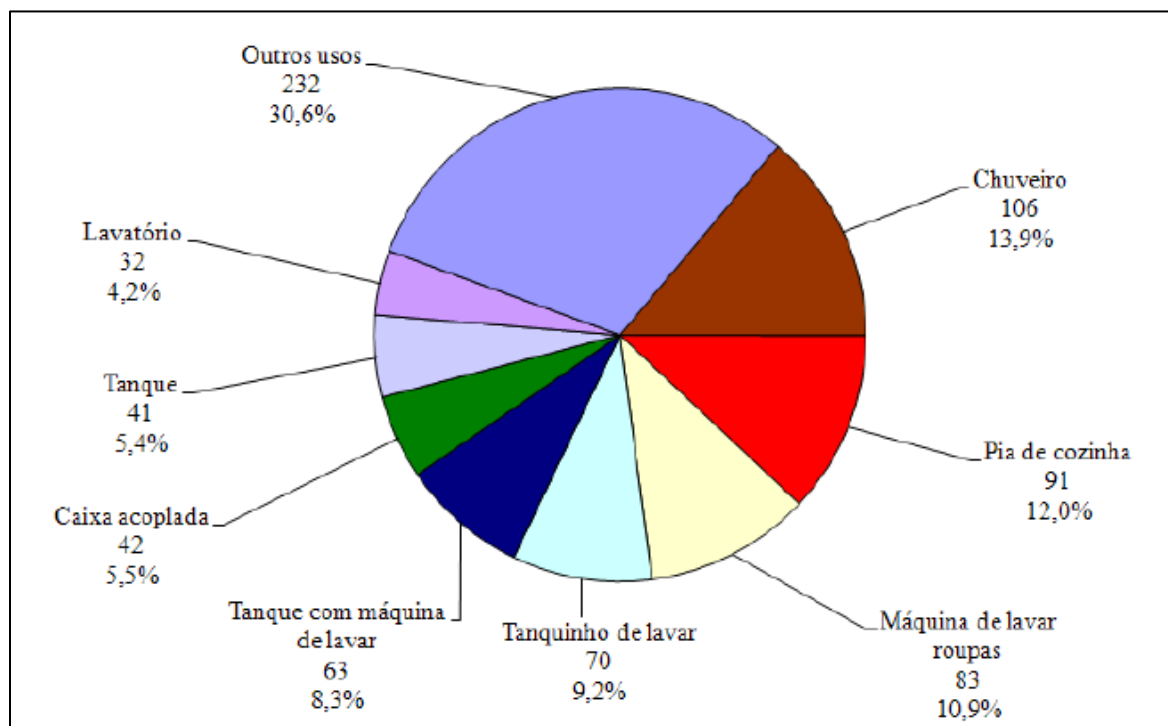
Segundo Gonçalves (2006), o termo perfil de consumo residencial de água, ou usos finais (termo designado por DeOreo e Mayer (2000)), refere-se à utilização do ponto de água dentro da residência, onde desenvolvem-se práticas, como o uso da água para tomar banho de chuveiro, o uso para lavar as roupas em tanques, o uso no preparo de alimentos (ou lavagem de hortaliças e frutas) etc.

Segundo Terpstra (1999), o consumo da água no interior das residências está dividido em quatro categorias:

- Higiene pessoal;
- Descarga de banheiros;
- Ingestão;
- Limpeza.

Em estudo realizado por Barreto (2008), em residências localizadas na Zona Oeste da cidade de São Paulo, foram identificados os consumos diários por ponto de utilização, que permitiram definir o perfil de consumo e usos finais (Figura 1).

Figura 1 - Média de todas as residências (Volume l/dia/ participação percentual)



Fonte: Adaptado de Barreto (2008)

Pelos resultados apresentados por Barreto (2008), observa-se que a pia de cozinha detém 12% do volume de água, atrás somente do percentual utilizado pelo chuveiro.

De acordo com Barreto e Medeiros (2008), a partir da coleta de dados numa pesquisa realizada para a obtenção do perfil de consumo de água em residências localizadas na Zona Oeste da cidade de São Paulo durante uma semana (7 dias), considerando a média de todos os endereços, obteve-se a vazão média e frequência de uso dos aparelhos sanitários das casas assistidas.

Tabela 1 - Vazão Média e Frequência

Aparelho Sanitário	Vazão média (l/s)	Frequência/dia
Chuveiro	0,0683	6
Torneira da cozinha	0,0200	80
Torneira de lavatório	0,0233	25
Bacia com caixa acoplada	0,0633	8

Máquina de lavar roupa	0,0200	10
Tanquinho	0,0550	7
Máquina de lavar roupa associada com o tanque	0,0617	12
Tanque	0,0383	10

Fonte: Barreto e Medeiros (2008)

3.3.1 Dispositivos economizadores de água

Segundo Gonçalves (2006):

Os equipamentos ou dispositivos economizadores têm como objetivo diminuir o consumo de água e melhorar o desempenho dos aparelhos sanitários numa edificação, fazendo com que a ação dos usuários não tenha tanta influência na economia de água.

Os dispositivos economizadores de água são específicos para cada aparelho sanitário, porém, sua eficiência depende de fatores como a instalação e uso correto. Há situações que o emprego incorreto do dispositivo acarreta em baixo conforto ao usuário.

“A adoção de equipamento economizador também pode ser feita na torneira, na qual o consumo varia conforme o tempo e a vazão do escoamento de água, porém pode ser diminuído com alguns exemplos de dispositivos: ” (NETO e JÚLIO, 2014)

- a. Torneira hidromecânica (Figura 2): funciona por meio de pressão manual, e seu fechamento é automático, devido à pressão da água. A economia de água, em relação às torneiras convencionais, varia entre 30% a 77%;

Figura 2 - Torneira Hidromecânica



Fonte: Padovani (2019)

- b. Registro regulador de vazão (Figura 3): é responsável por controlar a vazão de água da torneira, por meio de um parafuso, e pode gerar até 60% de economia;

Figura 3 - Registro regulador de vazão



Fonte: Docol (2019)

- c. Arejador (Figura 4): reduz a vazão, assim como controla a dispersão da água, atenuando os respingos sem reduzir a sensação de volume, a partir da mistura com ar, pode economizar até 50% do consumo de água;

Figura 4 - Arejador



Fonte: Docol (2019b)

- d. Restritor de vazão constante (Figura 5): limita a vazão máxima do ponto de água em uso, em especial, torneiras e chuveiros; para o uso em pontos com pressão da água acima de 10 metro de coluna d'água (mca); pode economizar até 50% do consumo de água.

Figura 5 - Restritor de vazão constante



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Segundo a FIESP/CIESP (2004) apud Sautchuk *et al* (2005):

Para que qualquer equipamento economizador tenha um desempenho adequado, diminuindo o consumo de água da edificação, é imprescindível um levantamento prévio sobre o sistema hidráulico. Obtendo assim, conhecimento sobre patologias existentes e a distribuição de consumo dos usuários, para que sejam adotados dispositivos nas peças sanitárias com consumo e desperdício mais elevados.

3.4 Arduino

A plataforma de desenvolvimento Arduino foi construída no intuito de tornar acessível a qualquer usuário a possibilidade implementar e simular algoritmos para criação de *softwares*, que são armazenados e executados em *hardwares* da própria plataforma.

De acordo com Thomsen (2014):

A placa é composta por um microcontrolador Atmel e circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada à um computador e programada via *IDE (Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo *USB*.

3.4.1 Estrutura de um programa em Arduino

Segundo Thomsen (2014):

Escrever um programa em Arduino é muito simples. Tudo o que você precisa é conectá-lo ao computador por meio de um cabo *USB* e utilizar um ambiente de programação chamado *IDE*, onde você digita o programa, faz os testes para encontrar eventuais erros e transfere o programa para o dispositivo.

O passo-a-passo citado por Thomsem (2014) é comum em qualquer projeto que tenha o Arduino como principal atuante. A linguagem utilizada para escrever o algoritmo é baseada na Linguagem C.

3.5 Aplicação do *Software Statistica® 6.0*

Conforme Ogliari e Pacheco (2011, não paginado):

O *software Statistica® 6.0* é um programa integrado para gerenciar Análise Estatística e Bases de Dados, caracterizando uma ampla seleção do processo analítico, do básico ao avançado, para as mais diversas áreas – Ciências Biomédicas, Biológicas, Engenharias, Ciências Sociais, Agrárias - permitindo a realização de Data Mining (Mineração de Dados). O sistema não inclui somente procedimentos estatísticos e gráficos gerais, mas, também, módulos especializados (Análise de Regressão, Análise de Sobrevivência, Séries Temporais, Análise Fatorial, Análise Discriminante e diversos outros módulos).

A versão utilizada para a análise fatorial dos dados corresponde a 6.0 (versão gratuita).

4 METODOLOGIA

4.1 Aparelhagem Experimental

4.1.1 Materiais

Os materiais descritos estão especificados de acordo com a sua utilização, e foram encontrados em lojas de departamento na seção de casa/cozinha e em lojas específicas na área de construção civil, sendo eles:

- Recipiente cilíndrico construído com material Defofo (PVC modificado), com altura interna de 0,35 m e raio interno de 0,1015 m (Figura 6);

Figura 6 - Recipiente cilíndrico



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

- Detergente líquido neutro biodegradável e esponja (composição: espuma de poliuretano, fibra sintética e abrasivo);
- Escorredor convencional para utensílios domésticos (usado no estudo para simular a lavagem numa bandeja perfurada, suspensa por suportes na pia da cozinha, aparato fundamental no processo econômico a ser desenvolvido neste estudo) (Figura 7);

Figura 7 - Escorredor convencional



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

- 5 pratos de cerâmica esmaltados, na cor branca;
- 10 pares de talheres (facas e garfos);
- Fita métrica;
- 2 registros de vazão;
- Bancada com cuba de INOX (Figura 8);

Figura 8 - Bancada com cuba de INOX



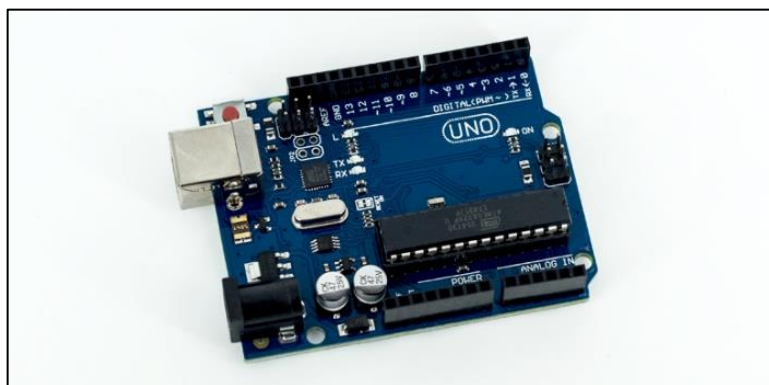
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

4.1.2 Equipamentos

Os equipamentos descritos foram adquiridos pelo próprio autor em lojas virtuais na seção de eletrônicos, sendo eles:

- Microcontrolador Arduino UNO REV 3 (Figura 9);

Figura 9 - Arduino UNO REV 3



Fonte: Thomsen (2014)

- Sensor de fluxo de água (Figura 10).

Figura 10 - Sensor de fluxo de água



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

As especificações do sensor de fluxo de água por efeito *hall* encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Especificações do Sensor de fluxo de água

Modelo	FS300A G3/4"
Tipo de sensor	Efeito <i>Hall</i>
Conexão	3/4"
Faixa de vazão	1~ 60 l/min
Temperatura de operação	$\leq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$
Temperatura do líquido	$\leq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$
Humidade de operação	35%~90%
Pressão da água	$\leq 2.0\text{ Mpa}$

Fonte: Seeed Studio (2019)

4.2 Planejamento Experimental

Para o planejamento experimental, a metodologia adotada foi baseada em experimentos fatoriais, onde define-se as variáveis críticas do experimento, suas possíveis combinações entre os níveis de cada variável, os efeitos principais de cada fator e o efeito de interação de ambos sobre a variável resposta de interesse.

Em etapas preliminares, foram realizados ensaios de peneiramento, ou seja, experimentos exploratórios para elucidar as variáveis críticas do processo. Nesta etapa delimitou-se a três variáveis que poderiam ser manipuladas e possíveis de serem combinadas, sendo elas: o processo de enxágue (convencional ou econômico), o fator humano e a variação de vazão. Na etapa dos experimentos confirmatórios, onde são explanados os níveis de cada fator, foram determinados dois níveis para cada fator.

Como foi necessário três variáveis, com dois níveis para cada variável, para o tratamento dos dados foi utilizado o planejamento fatorial 2^k , onde “k” refere-se ao número de fatores. Com “k” igual a 3 (três variáveis críticas), o número de combinações possíveis foi igual a 8.

Sendo assim, o tratamento dos dados por planejamento fatorial 2^3 foi exposto de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Planejamento Experimental

Tratamento	Processo de enxágue	Pessoa	Variação de vazão
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Na coluna “Processo de enxágue”, o valor 0 corresponde ao processo individual ou convencional, e o valor 1, ao processo econômico, objetivo deste trabalho.

Em relação a coluna “Variação de vazão” o valor 0 refere-se a 0 - 2,5 l/min, e o valor 1, a 0 - 9 l/min.

Quanto a coluna “Pessoa”, o valor 0 refere-se ao voluntário 1 do sexo masculino, e o valor 1, ao voluntário 2, também do sexo masculino. Ambos voluntários são graduandos do

curso de Engenharia Ambiental da UFS, e possuem experiência na lavagem de utensílios domésticos em suas respectivas casas.

Para esse planejamento experimental foram programadas 3 repetições, tornando mais representativo, e com possibilidade de determinar erros experimentais e medidas de dispersão (variância e desvio padrão). A ordem de realização dos experimentos foi determinada aleatoriamente.

Em relação a variável dependente, a variável de interesse nesse planejamento experimental é o volume de água utilizado em litros em cada experimento, sendo a peça chave de todo investimento nesse trabalho.

Sendo assim, foram realizados 24 ensaios, e cada voluntário concretizou 12 lavagens. As lavagens foram realizadas em 3 dias de atividades.

4.2.1 Variações de vazão estabelecidas

A variação de vazão de 0 - 2,5l/min (vazão estabelecida pelo uso do restritor de vazão constante) pode ser entendido como uma mínima vazão (estabelecida pela NBR 10281/2015), mas satisfatória durante o processo de enxágue, segundo os voluntários. A variação de vazão de 0 - 9 l/min refere-se ao não uso do restritor de vazão constante, ou seja, a variação de vazão máxima no ponto de água onde a estrutura foi montada.

O algoritmo elaborado e implementado no Arduino (Figura 11) teve o propósito de medir e monitorar a vazão do fluxo de água no ponto de água utilizado para os experimentos. Para essa medição e monitoramento, o Arduino UNO necessitou de um sensor de fluxo de água, o qual foi conectado às entradas do Arduino UNO para receber os sinais enviados pelo sensor.

Figura 11 - Algoritmo carregado no Arduino UNO

```

float vazao = 0;      //Variável para armazenar o valor em L/min
int contaPulso;      //Variável para a quantidade de pulsos

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT);
  attachInterrupt(0, incpulso, RISING); //Configura o pino 2(Interrupção 0) interrupção
}
void loop ()
{
  contaPulso = 0; //Zera a variável
  sei();          //Habilita interrupção
  delay (1000);   //Aguarda 1 segundo
  cli();          //Desabilita interrupção

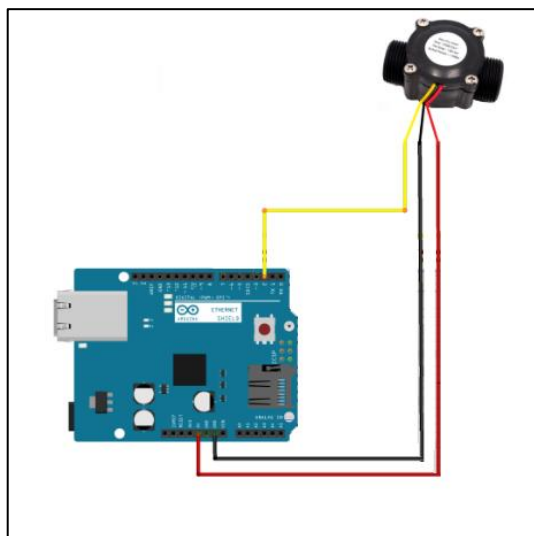
  vazao = contaPulso / 5.5; //Converte para L/min
  Serial.print(vazao);
  Serial.println(" L/min");
}
void incpulso ()
{
  contaPulso++; //Incrementa a variável de pulsos
}

```

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O diagrama da montagem do sensor de fluxo de água ao Arduino UNO pode ser visto na Figura 12, e a configuração da montagem é baseada no *datasheet* (dados do fabricante) do sensor.

Figura 12 - Conexão do sensor de fluxo de água ao Arduino UNO



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

4.2.2 Participação dos voluntários (fator pessoa)

Em relação à realização das lavagens, ambos voluntários realizaram os mesmos procedimentos e ensaios, com o suporte dos mesmos materiais e equipamentos. Durante os experimentos os voluntários verificaram todos os processos, desde o estabelecimento da variação de vazão e do processo de enxágue, até a verificação do volume de água utilizado.

O interesse na escolha dessa variável (e de seus níveis) é determinar se os resultados encontrados referentes ao volume de água utilizado diferenciam entre ambos voluntários quando são modificados os níveis dos outros fatores.

4.2.3 Modalidades de enxágue

Para a variável “Processo de enxágue”, determinou-se também dois níveis (ou estados), sendo eles: o processo de enxágue individual ou convencional (Figura 13) e o processo de enxágue econômico. O enxágue individual foi realizado da seguinte forma:

- Primeiramente, todos os utensílios foram ensaboados;
- Após ensaboados, o enxágue das louças foi realizado individualmente; já o enxágue dos talheres foi realizado em conjunto (10 talheres enxaguados, simultaneamente, com o auxílio das mãos).

Figura 13 - Enxágue individual ou convencional



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para o processo de enxágue econômico (Figura 14), os utensílios logo após ensaboados, foram colocados dentro do escorredor (as louças, foram colocadas uma sobre a outra – empilhadas), e com o auxílio do mesmo, o conjunto (utensílios juntamente com o escorredor) foi colocado dentro da cuba da pia. Neste processo a intenção é que, enquanto um utensílio estiver sendo enxaguado, o efluente gerado seja direcionado para os demais utensílios que estão abaixo e dentro do escorredor, e assim, retirando parte da sujeira e do detergente. Os talheres

foram enxaguados em conjunto, igual ao processo individual. Vale lembrar que nesse processo o último enxágue do utensílio foi com água potável, sendo descartado qualquer tentativa de último enxágue com o efluente gerado ou contato com o mesmo.

Figura 14 - Processo de enxágue econômico



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

4.3 Aquisição de Dados

A estrutura montada para os ensaios foi composta de elementos convencionais para a obtenção do volume de água usado durante os experimentos. Utilizou-se de um ponto de água potável com registro regulador de vazão (1º registro) e uma cuba de INOX acoplados a bancada. Além do registro regulador de vazão já existente no ponto de água, foi colocado outro registro regulador de vazão (2º registro), a jusante do ponto de água, para simular a ação do restritor de vazão constante. Entre os dois registros de vazão foi inserido o sensor de fluxo de água (interligado ao Arduino UNO), o qual teve a função de medir e monitorar a vazão de água em cada ensaio (Figura 15).

Figura 15 - Estrutura montada para monitoramento da variação da vazão e uso do restritor de vazão constante



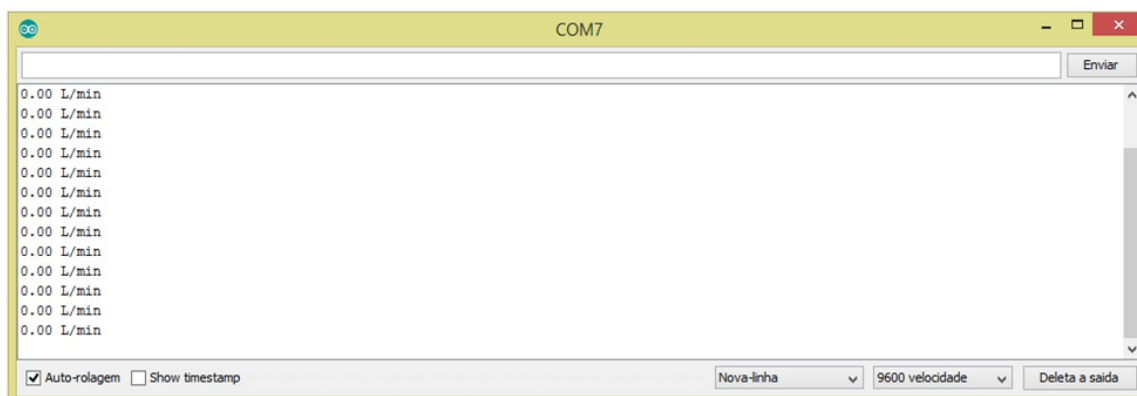
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Em atendimento as combinações aleatórias definidas no planejamento experimental, antes de cada experimento foi informado ao voluntário selecionado o processo de enxágue (convencional ou econômico) e a variação de vazão selecionada.

A variação de vazão foi fixada da seguinte forma:

- Primeiramente, fechou-se o 2º registro;
- O 1º registro, antes fechado, foi aberto até o limite máximo;
- Aos poucos o 2º registro foi aberto e a vazão de água foi monitorada pelo *Monitor Serial* (Figura 16);

Figura 16 - Estado inicial (vazão igual a 0,00 l/min) quando os dois registros estavam fechados.



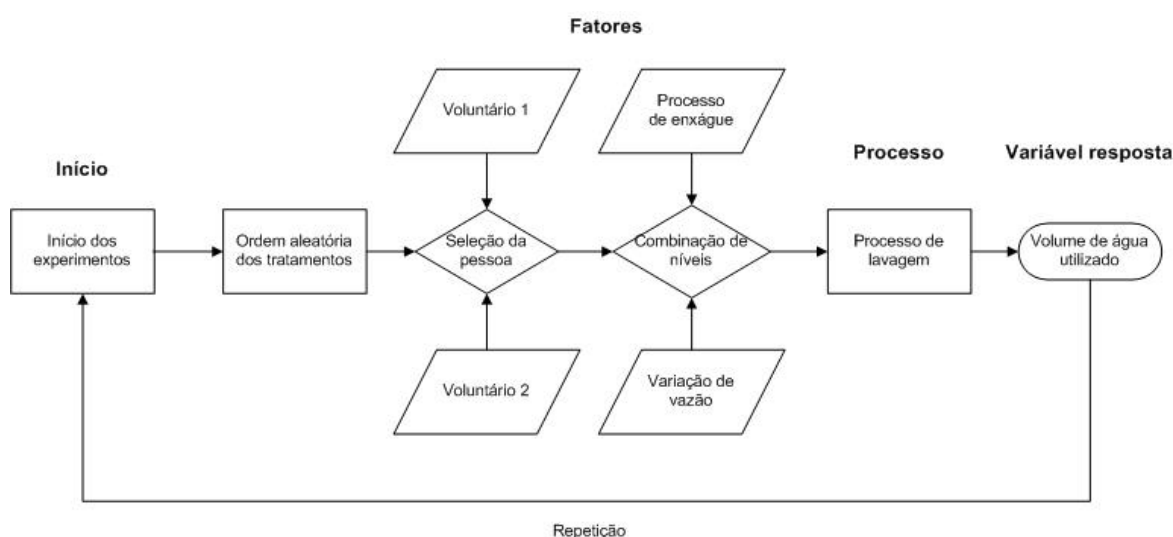
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

- Quando estabelecida a variação de vazão de interesse para o experimento, o 1º registro foi fechado, e a abertura do 2º registro manteve-se até o término do experimento;

- No decorrer do experimento, o fluxo de água foi determinado somente pela abertura do 1º registro, todavia, tendo o 2º registro como limitante (máxima vazão possível), exercendo a função de restritor de vazão constante.

O processo de aquisição de dados por completo pode ser visto no fluxograma (Figura 17), onde se encontra também a estrutura do planejamento experimental (sequência aleatória dos tratamentos, combinações entre os níveis dos fatores, etc.) e a estrutura do trabalho (o início, os fatores, o processo e a variável resposta).

Figura 17 - Fluxograma da aquisição de dados



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

4.3.1 Preparação dos utensílios

Ao iniciar de cada experimento foi aplicado na esponja, que se encontrava em estado úmido, 5 ml de detergente. Ao término de cada experimento, o voluntário retirava o excesso de detergente em água corrente para dar início ao próximo experimento.

Para cada experimento foram utilizadas 5 louças e 10 pares de talheres. Em 2 louças foi espalhada a mistura de caldo de feijão (composição: temperos e verduras). Em outras 2 louças foi colocado o molho de guisado de carne (composição: temperos e óleo). Em somente 1 louça foi colocado as duas sujidades. Para ocasionar a sujeira nos talheres, foram dispersas as duas misturas sobre os talheres (Figura 18).

Figura 18 - Utensílios com as sujidades



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

4.3.2 Medição do consumo de água

Ao término de cada experimento, o recipiente cilíndrico instalado embaixo da cuba (Figura 19) foi retirado e verificado o nível do efluente com auxílio da fita métrica.

Figura 19 - Coleta do efluente



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para determinar o volume de água utilizado (ou o volume de efluente gerado) em litros (l), o cálculo foi feito de acordo com a Equação 1.

$Volume = (altura\ do\ nível\ do\ efluente) * (área\ da\ base\ do\ cilindro)$

$$Volume = H_{efluente} * (\pi R^2) \quad (1)$$

Onde R é o raio do cilindro (em metros).

4.3.3 Análise de dados

Para obter um panorama dos temas e predefinições abordados neste trabalho junto à população, foi elaborada uma pesquisa de opinião a partir de um questionário. O questionário ficou ativo durante uma semana e coletou as respostas de 270 pessoas. Para a pesquisa não teve delimitação de regiões, municípios ou locais específicos. A amostragem foi delimitada por pessoas que tiveram algum contato com a atividade de lavar utensílios na pia da cozinha de suas respectivas casas. Os dados coletados foram analisados com base nas respostas das seguintes perguntas:

- Em sua casa, você costuma lavar as louças?
- Durante a lavagem destes utensílios domésticos, você se preocupa com o volume de água usado?
- Você se atenta a: antes de lavar as louças retirar os restos de comida; não deixar aberta a torneira o tempo todo?
- Qual processo de lavagem você usa?
- Você já ouviu falar sobre restritor de vazão - ou regulador de vazão - para torneiras?
- A torneira da sua cozinha possui um restritor de vazão?

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da Tabela 3, onde foram determinados os tratamentos (combinações entre os níveis dos fatores), as sequências das réplicas foram planejadas de forma aleatória (coluna “Sequência dos tratamentos”. Os resultados dos conjuntos de testes estão expressos nas Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4 - Primeiro conjunto de testes de lavagem

Sequência dos tratamentos	Processo de enxágue	Pessoa	Variação de vazão	Volume (l)
6	1	1	1	1,62
4	1	0	1	1,45
1	0	0	0	1,48
3	0	1	0	3,23
0	0	0	1	2,26
2	0	1	1	1,87
5	1	0	0	1,61
7	1	1	0	2,55

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Tabela 5 - Segundo conjunto de testes de lavagem

Sequência dos tratamentos	Processo de enxágue	Pessoa	Variação de vazão	Volume (l)
0	0	0	1	1,92
4	1	0	1	1,29
7	1	1	0	2,26
1	0	0	0	2,36
2	0	1	1	2,16
3	0	1	0	2,78
6	1	1	1	1,45
5	1	0	0	1,61

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Tabela 6 - Terceiro conjunto de testes de lavagem

Sequência dos tratamentos	Processo de enxágue	Pessoa	Variação de vazão	Volume (l)
7	1	1	0	2,13
0	0	0	1	2,00
4	1	0	1	1,71
6	1	1	1	2,16
5	1	0	0	1,81
2	0	1	1	2,33
3	0	1	0	2,49
1	0	0	0	2,13

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para o conhecimento das estimativas e comparações dos efeitos dos fatores e da estimativa dos possíveis efeitos de interação entre os fatores “Processo de enxágue” e “Variação de vazão”, os conjuntos de testes foram simplificados em relação à média de cada tratamento. (Tabela 7)

Tabela 7 - Média dos tratamentos (fator pessoa desconsiderado)

Tratamentos	Processo de enxágue (fator A)	Variação de vazão (fator B)	Volume médio (L)	Medidas de dispersão	
				Variância	Desvio padrão
0	0	0	2,41 (a)	0,00	0,05
1	0	1	2,09 (b)	0,01	0,11
2	1	0	2,00 (c)	0,06	0,24
3	1	1	1,61 (d)	0,00	0,06

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

As letras a, b, c e d na coluna “Volume médio” servirão de auxílio para composição das fórmulas quanto ao efeito de cada fator e ao efeito de interação entre os fatores. As medidas de dispersão (variância e desvio padrão) demonstram que a distribuição dos valores dos conjuntos de testes não destoou da média de cada tratamento. Caso as medidas de dispersão fossem relevantes, o estudo adotaria mecanismos para a exclusão de pontos extremos.

5.1 Processo de Enxágue Convencional e Enxágue Econômico

Montgomery, Runger e Hubele (2004, p. 216) diz que: “o efeito de um fator é definido como a variação na resposta produzida pela mudança no nível do fator. Ele é chamado de um efeito principal porque ele se refere a fatores primários no estudo.”

De acordo com Montgomery, Runger e Hubele (2004), o efeito principal do fator A é a diferença entre a resposta média no nível alto de A e a resposta média no nível baixo de A.

O efeito principal do fator A (Processo de enxágue) sobre a variável resposta foi calculado a partir da Equação 1.

$$A = \overline{Y_{A+}} - \overline{Y_{A-}} \therefore \frac{c+d}{2n} - \frac{a+b}{2n} \quad (1)$$

Onde “n” representa as observações tomadas nesses pontos do planejamento.

$$\text{Fator A} = \frac{2,00+1,61}{2} - \frac{2,41+2,09}{2}$$

$$\text{Fator A} = -0,445$$

O efeito da variável “Processo de enxágue” - fator A - sobre o volume de água utilizado (variável resposta) resulta que, na mudança do nível baixo (enxágue convencional) para o nível alto (enxágue econômico), reduziu em 0,445 unidades (no caso do estudo, em litros (l)) o volume de água.

5.2 Efeito do Restritor de Vazão

Similar a obtenção do efeito do fator A, o efeito do fator B é a diferença entre a resposta média no nível alto de B e a resposta média no nível baixo de B, de acordo com a Tabela 6.

O efeito principal do fator B (Variação de vazão) sobre a variável resposta foi calculado a partir da Equação 2.

$$B = \overline{Y_{B+}} - \overline{Y_{B-}} \therefore \frac{b+d}{2n} - \frac{a+c}{2n} \quad (2)$$

$$Fator B = \frac{2,41 + 1,61}{2} - \frac{2,41 + 2,00}{2}$$

$$Fator B = -0,355$$

O efeito da variável “Variação de vazão” - fator B - sobre o volume de água utilizado (variável resposta) resulta que, na mudança do nível baixo (0 – 9 l/min) para o nível alto (0 – 2,5 l/min), reduziu em 0,355 l o volume de água.

5.3 Efeito de Interação entre os Fatores “Processo de enxágue” e “Variação de vazão”

Segundo Montgomery, Runger e Hubele (2004, p. 216):

Em alguns experimentos, a diferença na resposta entre os níveis de um fator não é a mesma em todos os níveis dos outros fatores. Quando isso ocorre há uma interação entre os fatores. Em experimentos fatoriais 2^2 é fácil determinar os efeitos da interação entre os fatores. Quando ambos os fatores têm dois níveis, o efeito de interação AB é a diferença nas médias da diagonal. Isso representa metade da diferença entre os efeitos A nos dois níveis de B.

A existência de um possível efeito de interação entre os fatores A (processo de enxágue) e B (variação de vazão) foi expressa pela Equação 3.

$$AB = \frac{a+d}{2n} - \frac{b+c}{2n} \quad (3)$$

$$Interação AB = \frac{1,99 + 2,08}{2} - \frac{2,41 + 1,61}{2}$$

$$Interação AB = 0,025$$

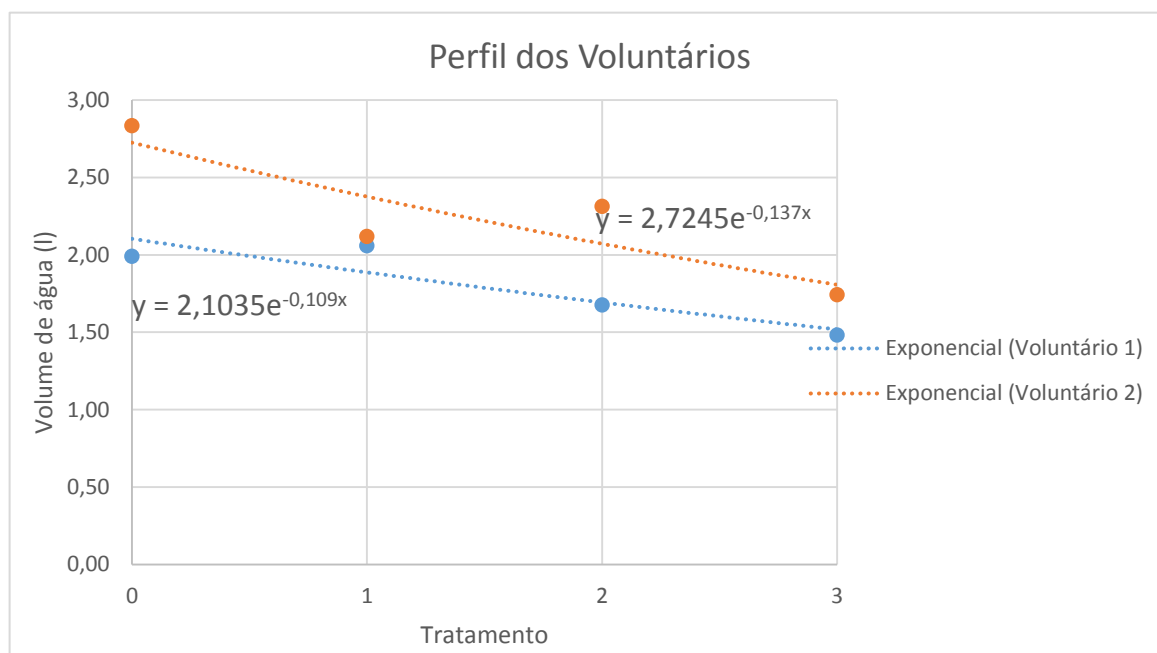
Em relação ao efeito da interação entre os fatores, pode-se afirmar que este efeito é irrelevante ao estudo (de baixa significância nos resultados), ou possivelmente, que esta parcela de efeitos seja resultado de possíveis erros experimentais.

5.4 Fator Humano

A análise dos perfis de consumo de água dos voluntários ao término dos experimentos (Figura 20), observa-se que a linha de tendência é decrescente em ambos os casos. Para o estudo isso implica em dizer que o fator humano não é necessariamente decisivo nos resultados apresentados. Poderia ocorrer a possibilidade de alguns tratamentos serem eficazes para um

voluntário, e para o outro, não. Porém, em vista da linha de tendência e da taxa de decaimento de ambos perfis, demonstra que os efeitos das variáveis influenciam sobre a variável resposta, independentemente do usuário-lavador em questão.

Figura 20 - Gráfico de dispersão; Perfil do Voluntários



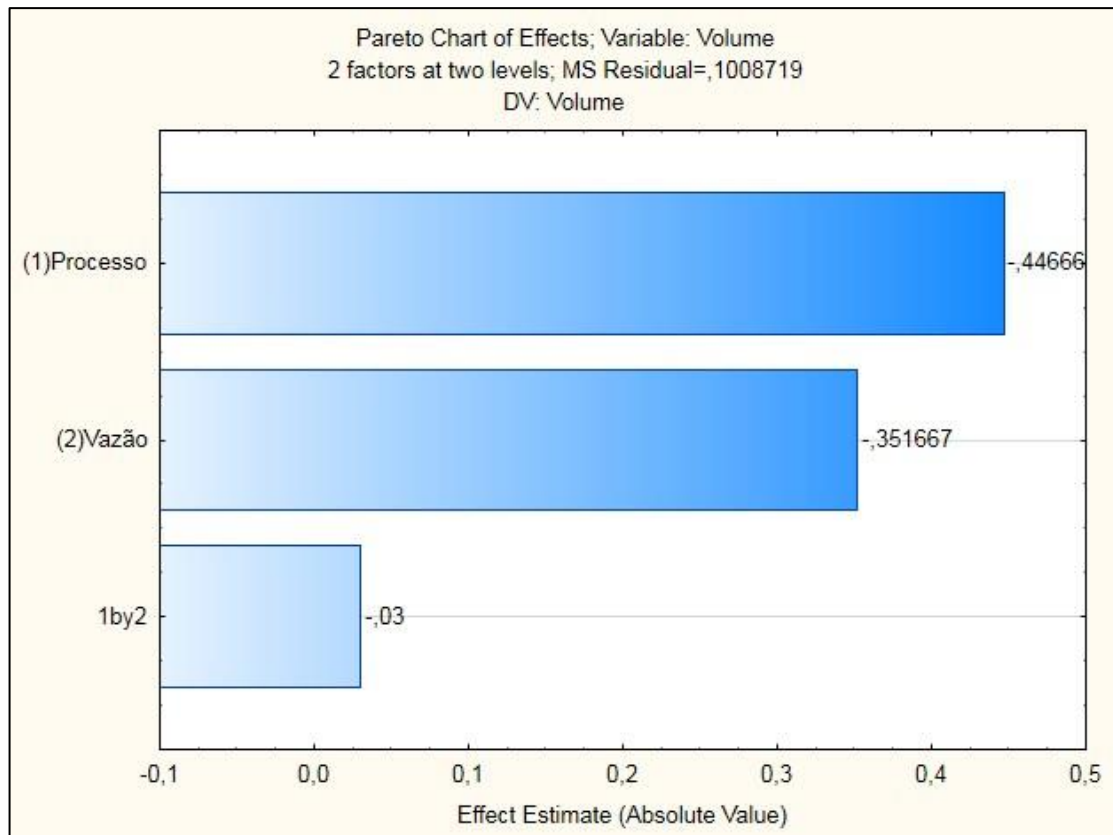
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

5.5 Análise de Dados Utilizando o Statistica® 6.0

Com o suporte do *software Statistica® 6.0*, a partir da inserção dos dados das Tabelas 3, 4 e 5, as estimativas e comparações dos efeitos dos fatores e a estimativa dos possíveis efeitos de interação são implementados em gráficos, tornando a visualização mais sugestiva do que os cálculos realizados.

Em análise ao Diagrama de Pareto (Figura 22), onde se evidencia no eixo y, em ordem decrescente, as variáveis de maior influência (de maior efeito) na variável resposta de interesse. Observa-se que a variável “Processo” (ou processo de enxágue), como visto nos cálculos anteriormente, reduziu em 0,446 l o volume de água. Em relação a variável “Vazão” (ou variação de vazão), a redução foi de 0,351 l sobre o volume de água.

Figura 21 - Diagrama de Pareto; Valores absolutos das estimativas dos efeitos

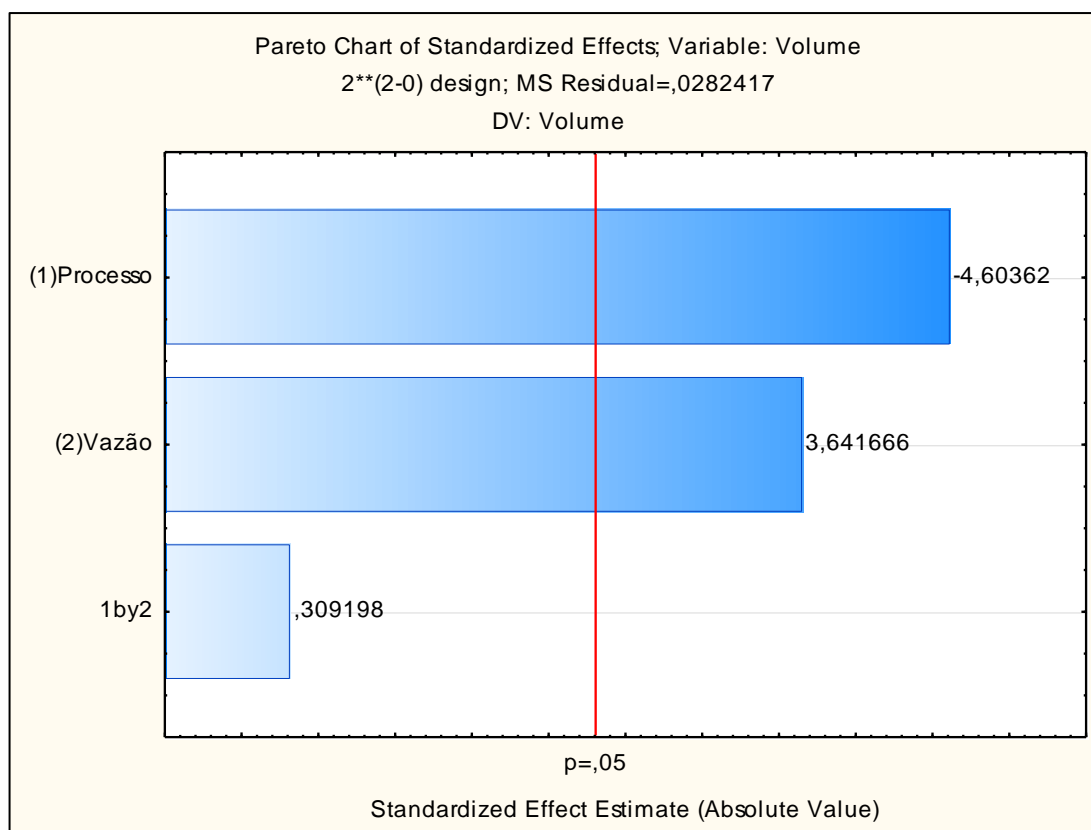


Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

No gráfico (Figura 22) encontra-se também o efeito da interação entre os fatores (“1by2”), onde pode-se afirmar que este efeito é de baixa significância.

A comprovação dessa afirmação, de rejeitar a hipótese de interação entre os fatores, pode ser concebida pela análise do gráfico dos efeitos padronizados (Figura 23). Ao lado das barras horizontais encontram-se os valores do teste de significância (teste de hipóteses, teste estatístico ou *test t Student*). Observa-se que o efeito de interação (1by2) está ao lado esquerdo (abaixo) do nível de significância (usualmente denotado por α), que corresponde, habitualmente, a 0,05 (5%).

Figura 22 - Diagrama de Pareto; Efeitos padronizados



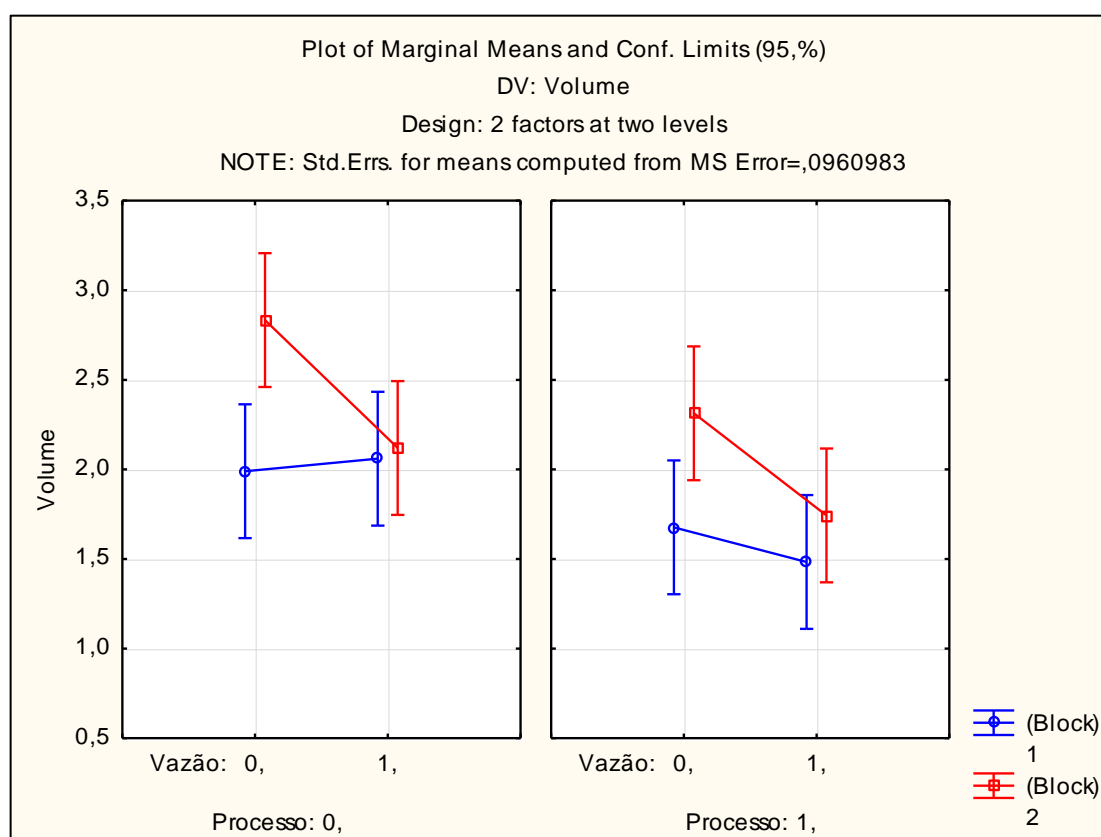
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

A partir do gráfico das médias marginais (Figura 24), observa-se que os fatores agem aditivamente sobre a variável resposta, permitindo avaliá-los separadamente, não havendo no caso, forte indício de interações sobre os mesmos.

Para Calado e Montgomery (2003, p. 76): “quando as linhas do gráfico das médias marginais não se cruzam, o efeito de interação entre as variáveis é praticamente inexistente.”

“Uma interação significativa pode mascarar o significado dos efeitos principais. Consequentemente, quando a interação está presente, os efeitos principais dos fatores envolvidos na interação podem não ter muito significado” (MONTGOMERY; RUNGER; HUBELE, 2004).

Figura 23 - Gráfico das médias marginais de ambos voluntários



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Em análise ao gráfico das médias marginais (Figura 34), observa-se que a combinação que resulta no menor consumo de água, de ambos voluntários, é referente ao tratamento 3, da Tabela 7. Para o voluntário 1 (*Block 1*) a redução no volume de água, quando comparado os tratamentos 0 e 3 (Tabela 7), equivale a 25%. Quanto ao voluntário 2 (*Block 2*), a redução foi de aproximadamente 45%.

Em relação à economia de água somente pelo processo econômico, para o voluntário 1 a economia foi de 15%. No caso do voluntário 2, foi de 18%.

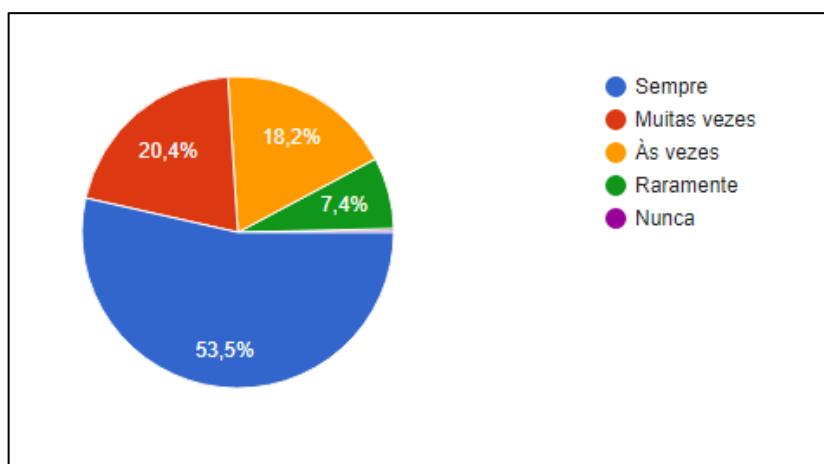
5.6 Pesquisa de Opinião Pública

A pesquisa observacional foi elaborada com o interesse de abordar perguntas relevantes ao estudo realizado. Cerca de 270 pessoas, que costumam lavar os utensílios em suas casas, responderam ao formulário que ficou ativo durante uma semana. As repostas foram expressas

em gráficos de setores, apresentados nas Figuras 24 a 26 e 28 a 39, referentes as perguntas 1 a 6, respectivamente.

- Pergunta 1: Em sua casa, você costuma lavar as louças?

Figura 24 - Gráfico de setores referente a pergunta 1

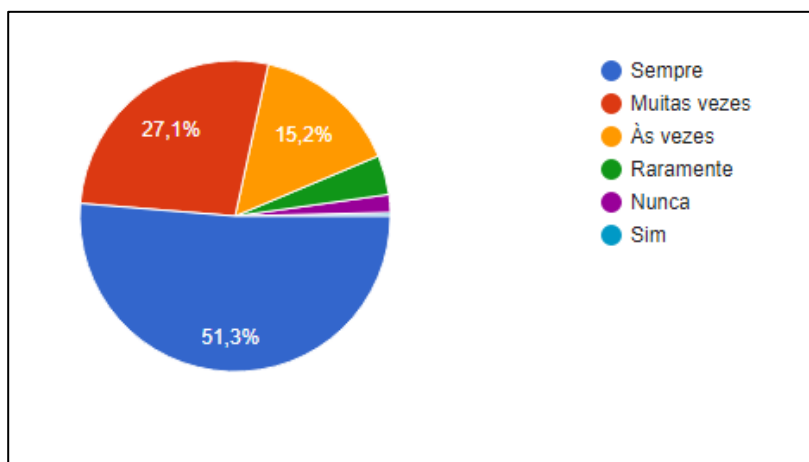


Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Observa-se que a maioria dos entrevistados, cerca 73,9%, são usuários ativos em suas respectivas casas quanto a questão da lavagem dos utensílios domésticos, tornando a pesquisa mais representativa e expressiva sobre as respostas fornecidas.

- Pergunta 2: Durante a lavagem destes utensílios domésticos, você se preocupa com o volume de água usado?

Figura 25 - Gráfico de setores referente a pergunta 2

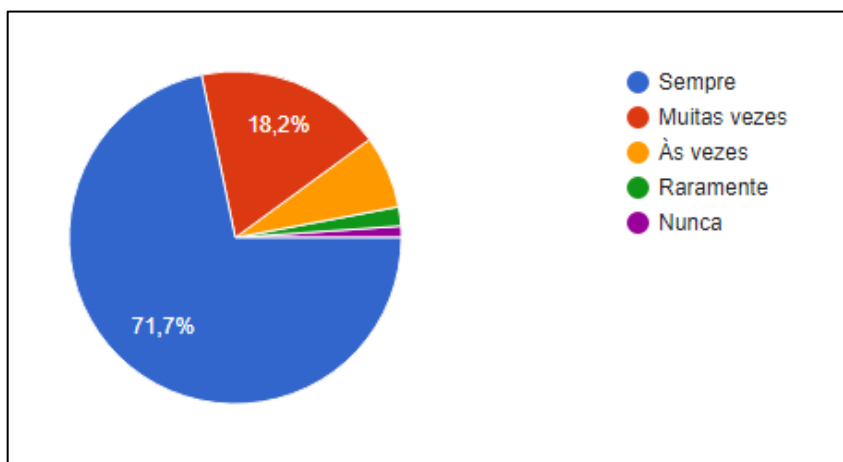


Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Em relação ao quadro de preocupação quanto ao volume de água utilizado na pia da cozinha, esses dados apresentados podem sofrer alterações com o passar dos anos, com o aumento da porcentagem daqueles que se preocupam com o uso de água. Segundo Feital *et al* (2008), o fator idade e a renda familiar estão associadas e correlacionadas ao uso consciente da água. Ou seja, pessoas idosas tendem a ser mais atentas quanto ao uso ou ao desperdício de água, quando comparadas aos adultos e jovens. Sobre a renda familiar, as famílias de classe alta estão dispostas a pagar mais pelo uso da água. A alteração futura desse quadro de atenção ao uso ou ao desperdício no Brasil será baseada nesses fatores, quanto a informação, segundo Paradella (2018), que o número de idosos cresceu 18% em 5 anos (2012 a 2017) e ultrapassou 30 milhões em 2017.

- Pergunta 3: Você se atenta a antes de lavar as louças retirar os restos de comida e não deixar aberta a torneira o tempo todo?

Figura 26 - Gráfico de setores referente a pergunta 3



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

As respostas desse quadro repercutem o efeito das campanhas de conscientização quanto ao uso consciente da água, realizado por organizações, companhias de saneamento, prefeituras e governos. Como exemplo dessas atividades, a DESO (Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe) em parceria com o Governo do Estado de Sergipe, promove campanhas e informativos quanto ao uso consciente da água, e como o cidadão pode ser peça ativa nessa mobilização (Figura 27).

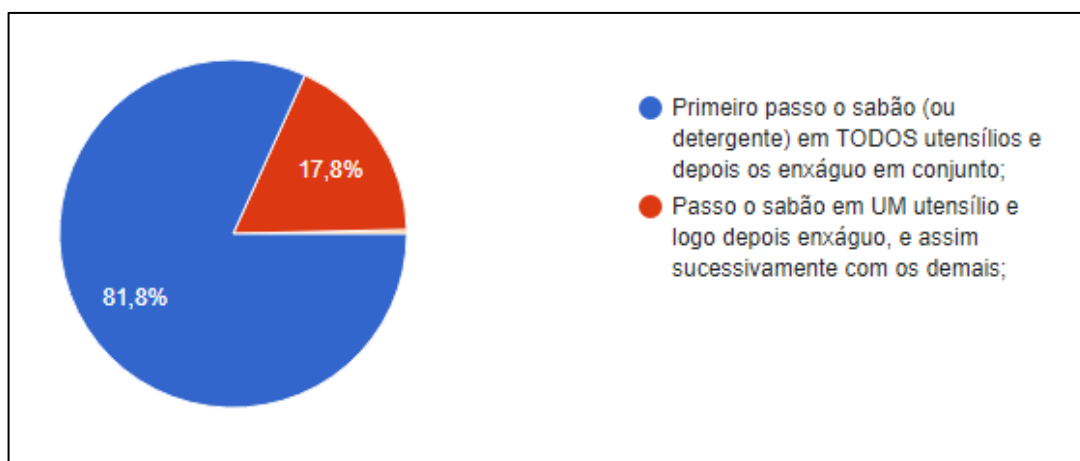
Figura 27 - Campanha de conscientização quanto ao uso da água na cozinha



Fonte: DESO (2019)

- Pergunta 4: Qual processo de lavagem você usa?

Figura 28 - Gráfico de setores referente a pergunta 4



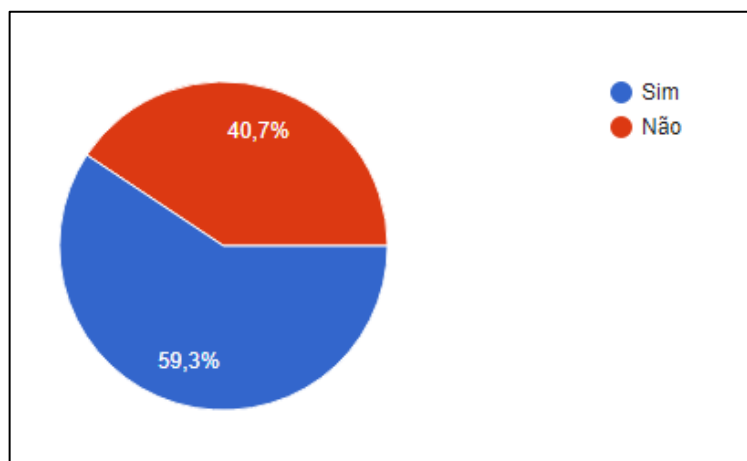
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Sobre a pergunta 4, referente ao processo de lavagem (variável considerada no estudo), foi observado pelos dados apresentados que a maioria das pessoas optam pela lavagem em conjunto dos utensílios. Esse resultado implica em dizer que pela amostragem realizada, o processo que este trabalho propõe será absorvido por essa parcela que entende que esse processo

é o mais econômico, e os resultados apresentados neste trabalho podem embasar e justificar a escolha em adotar esse mecanismo de lavagem.

- Pergunta 5: Você já ouviu falar sobre restritor de vazão - ou regulador de vazão - para torneiras?

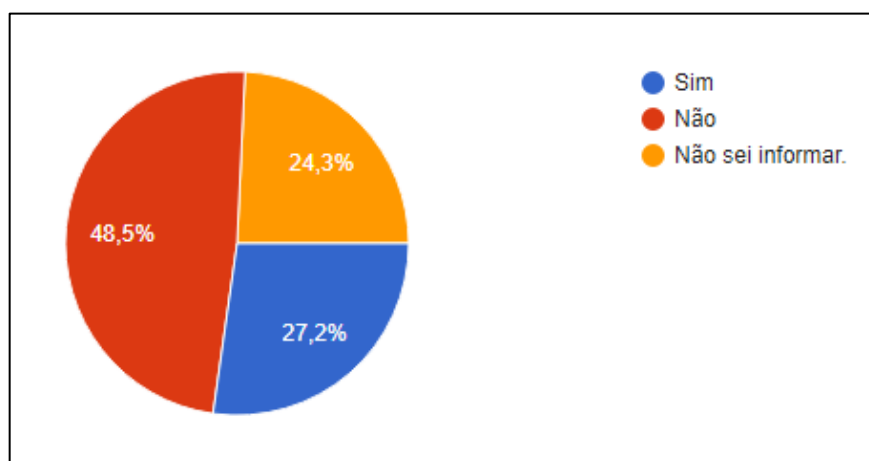
Figura 29 - Gráfico de setores referente a pergunta 5



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

- Pergunta 6: A torneira da sua cozinha possui um restritor de vazão?

Figura 30 - Gráfico de setores referente a pergunta 6



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

As respostas das perguntas 5 e 6 foram desfavoráveis ao interesse e objetivo desse estudo. Pelos resultados divulgados, parte dos entrevistados conhecem o restritor de vazão constante, porém não os adquirem. Um dos motivos deve ser o preço unitário, pois em pesquisa

realizada nas principais lojas de departamento de material hidráulico no município de Aracaju/SE, o preço médio de um restritor é de R\$25,00 (vinte e cinco reais)

6 CONCLUSÕES

Em todos os processos realizados, o desperdício de água foi o mínimo, já que uma das condições dos experimentos foi evitar a abertura do registro sem necessidade. O uso do dispositivo Arduino e o sensor de fluxo de água trouxeram aos experimentos outro aspecto, em termos de sofisticação e tecnologia, quanto a medição e o monitoramento da vazão durante os experimentos.

Outro fator a ser estudado é a perda de carga com o emprego do restritor de vazão constante. À venda no comércio estão disponíveis restritores que podem ser instalados a montante ou a jusante do regulador de vazão. O estudo neste trabalho adotou o restritor a jusante do regulador de vazão. Porém, em experimentos preliminares, observou-se que quando o restritor de vazão foi simulado pelo 1º registro, ou seja, a montante do regulador de vazão, constatou-se baixa pressão na saída de água (situação desconfortável para o enxágue dos utensílios), o que não ocorreu quando utilizado a jusante.

As companhias de saneamento dos estados possuem e podem disseminar condutas sustentáveis aos seus clientes, a partir de ações de educação ambiental. Neste cenário de desperdício e uso ineficiente da água, as companhias também relatam prejuízos, pois a produção de água potável requer recursos e investimentos. A demanda por água potável aumenta, e as companhias na função de ofertar água, em condições potáveis, se veem diante de um processo cada vez mais oneroso.

Sobre as variáveis concebidas para análise do estudo e os seus respectivos efeitos, observou-se que a adoção do processo econômico teve maior influência sobre o volume de água utilizado nos ensaios. Quando comparado o uso do restritor de vazão e a adoção do processo econômico, existem limitações nessa comparação, principalmente pelo fato do restritor ter efeito em qualquer uso da torneira (para preparar refeições ou lavar as verduras e frutas) e o processo econômico ser limitado a adotá-lo somente na lavagem de utensílios.

O desenvolvimento de um cesto (ou escorredor) para auxiliar no processo econômico dependerá de fatores estruturais já definidos pelos fabricantes das cubas das pias de cozinha. Os fabricantes de cubas para pias de cozinha como Tramontina® e Franke®, produzem linhas de cubas com medidas diferentes. Ou seja, o cesto a ser desenvolvido possuirá ajustes em todas as dimensões (ajuste de altura, ajuste de largura e ajuste de comprimento).

REFERÊNCIAS

- ANA (Agência Nacional de Águas). **A água no Brasil e no Mundo**. Brasília, 2003. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf> Acesso em: 15 mar. 2019.
- ANA (Agência Nacional de Águas). **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. Volume 1. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2019.
- AQUASTAT (**Relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO)**), 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10281: Torneiras – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: Abnt, 2015. 28 p.
- BARRETO, Douglas. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. 2008. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008.
- BARRETO, Douglas; MEDEIROS, Oranda. **Caracterização da vazão e frequência de uso de aparelhos sanitários**. 2008. 13 f. - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CALADO, V.; MONTGOMERY, D. C. **Planejamento de experimentos usando o Statistica**. E- papers Serviços Editoriais: Rio de Janeiro, 2003.
- DeOREO, W. B.; MAYER, P. W. (Ed.) **Residential end uses of water**. Denver: AWWA Research Foundation, 1999.
- DESO (Sergipe). **Acabou a água?** 2019. Disponível em: <<https://sergipeeconomizaagua.com.br/>>. Acesso em: 09 abr. 2019.
- DOCOL. **Arejador Standard M24 - 8 LPM**: Arejador econômico. Disponível em: <<https://www.docol.com.br/pt/produto/arejador-standard-m24-8-lpm>>. Acesso em: 10 abr. 2019b.
- DOCOL. **Registro regulador de vazão metálico - 1/2"**: Registro regulador de vazão. Disponível em: <<https://www.docol.com.br/pt/produto/registo-regulador-de-vazao-metalico-1-2-quot>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- FEITAL, J. C. C.; SPERS, E. E.; NOVAES, A. F. N.; SPERS, V. R. E.; PONCHIO, M. C. **O Consumo Consciente da Água: um Estudo do Comportamento do Usuário Doméstico**. In: ENCONTRO DE MARKETING DA ANPAD, 3., 2008, Curitiba. **Anais...**. Curitiba: Ema, 2008. p. 1 - 16..

FERNANDES, André Luiz Genelhu. **Sustentabilidade das Construções:** Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da água. 2009. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização de Construção Civil, Departamento de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20ANDRE%20LUIZ%20GENELHU%20FERNANDES.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2019.

Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) / Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP). **Conservação e Reuso da água: Manual de Orientações para o Setor Industrial** – Volume 1. [s.l.]. Em parceria com ANA. 2004.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso racional da água em edificações.** ed. Rio de Janeiro: Prosab/Abes, 2006.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C.; HUBELE, Norma Faris. **Estatística aplicada à engenharia.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 335 p. Tradução por: Verônica Calado.

NETO, Rubens F. A.; JULIO, Marcelo. **Estudo de técnicas sustentáveis para racionalização do uso de água em edificações com enfoque na demanda.** [s.l.]: Revista de Engenharia e Tecnologia, 2014.

OGLIARI, Paulo José; PACHECO, Juliano Anderson. **Análise Estatística usando o Statistica® 6.0.** 2011. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1559491/mod_resource/content/1/Apostila%20Statistic.a.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2019.

PADOVANI. **Torneira para banheiro:** Torneira para banheiro/mesa automática Decamatic 1170.C - DECA. Disponível em: <<https://www.padovani.com.br/torneira-para-lavatorio-mesa-automatica-decamatic-1170-c---deca/p>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

PARADELLA, Rodrigo. **Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017.** 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>>. Acesso em: 05 maio 2019.

SAUTCHUK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H.; COSTI, L. O.; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; MAY, S.; BONI, S. S. N.; SCHMIDT, W. **Conservação e Reuso da Água em Edificações.** São Paulo, FIESP, SESI, SENAI, IRS, SINDUSCON, ANA e Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2005.

SEED STUDIO. **Sensor Water Flow.** Disponível em: <http://wiki.seeedstudio.com/G3/4_Water_Flow_sensor>. Acesso em: 05 abr. 2019.

TERPSTRA, P.M.J. **Sustainable water usage systems** – Models for the sustainable utilization of domestic water in urban areas. Water Science & Technology, v. 39, n.5, p. 65–72, 1999.

THOMSEN, Adilson. **O que é Arduino?** 2014. Disponível em:
<<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.